

Revisión de Creencias, Argumentación, Confianza y Reputación en Sistemas Multi-agentes

Luciano H. Tamargo Sebastián Gottifredi Diego R. García
Alejandro J. García Marcelo A. Falappa Guillermo Simari

Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial
Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación, Universidad Nacional del Sur,
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Av. Alem 1253, (B8000CPB) Bahía Blanca, Argentina
Tel: (0291) 459-5135 / Fax: (0291) 459-5136
e-mail: {lt, sg, drg, ajg, maf, grs}@cs.uns.edu.ar

1. Resumen

Esta línea de investigación se enfoca en mejorar las capacidades de razonamiento de agentes que participan en Sistemas Multi-Agente (SMA). Su objetivo general es desarrollar técnicas de razonamiento avanzadas, combinando revisión de creencias, argumentación y mecanismos de confianza y reputación para su aplicación en SMA. En particular, se espera poder integrar y combinar los avances producidos en las áreas de revisión de creencias, teoría de argumentación y mecanismos de confianza y reputación. Dicha integración permitirá realizar un avance en las tres áreas de investigación, y además, proveerá de técnicas avanzadas aplicables a los modelos de razonamiento de agentes inteligentes y sistemas multi-agente para entornos dinámicos.

Palabras Clave: Argumentación, Revisión de Creencias, Confianza y Reputación, Sistemas Multi-Agente.

Sur. Está asociada con el proyecto de investigación: “Formalismos Argumentativos aplicados a Sistemas Inteligentes para Toma de Decisiones”. Código: PGI 24/ZN18 financiado por la Universidad Nacional del Sur, y con el Proyecto de Investigación Plurianual, (PIP): “Sistemas de Apoyo a la Decisión Basados en Argumentación: formalización y aplicaciones”, financiado por CONICET.

Algunos de los resultados obtenidos fueron desarrollados durante la ejecución del proyecto “Combinando Revisión de Creencias y Argumentación para mejorar las capacidades de razonamiento de agentes en SMA”, Proyecto Binacional DA/09/06 (Argentina-Alemania). Programa de Cooperación Científico-Tecnológica entre el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la República Argentina (MINCYT) y el Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD) de Alemania. Período: 1/1/2010 al 31/12/2011. Financiamiento MINCYT y DAAD.

2. Contexto

Esta línea de investigación se realizará dentro del ámbito del Laboratorio de Investigación y Desarrollo en Inteligencia Artificial (LIDIA) del Departamento de Ciencias e Ingeniería de la Computación de la Universidad Nacional del

3. Introducción

Los sistemas de argumentación resultan útiles para toma de decisiones, tales deliberaciones pueden modelarse de una forma dialéctica usando argumentos a favor y en contra de

cada opción [13, 17, 7, 23, 6]. Dado que el razonamiento y la toma de decisiones son componentes centrales dentro de una arquitectura de un agente, nuestra línea de investigación pretende establecer vínculos estrechos entre estos dos componentes para poder mejorar la coherencia dentro de un modelo de agentes.

El uso de credibilidad de informantes en dinámica de creencias es algo novedoso [25]. Este formalismo puede ser usado como punto de partida para combinar revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación en SMA. En [24], Sabater y Sierra sostienen que la importancia de la confianza y reputación en sociedades humanas está fuera de discusión, por lo cual no es sorprendente que varias disciplinas, cada una desde una perspectiva diferente, haya estudiado y utilizado ambos conceptos. La investigación científica en el área de mecanismos computacionales de confianza y reputación en sociedades virtuales, es una disciplina reciente orientada a incrementar la fiabilidad y performance de comunidades electrónicas. En artículos recientes como [12, 24, 11, 3, 5] podemos notar que en ciencias de la computación hay dos elementos que han contribuido sustancialmente a incrementar el interés en confianza y reputación: el paradigma de SMA y la evolución creciente del e-commerce.

El estudio de confianza y reputación tiene muchas aplicaciones en tecnologías de Comunicación e Información. Estos sistemas han sido reconocidos como factores claves para la adopción del comercio electrónico. Los mismos son usados por agentes de software inteligentes como un mecanismo para buscar compañeros confiables y como un incentivo en la toma de decisiones acerca de si se tiene en cuenta un contrato. La reputación es usada en el mercado electrónico como un mecanismo para evitar fraudes y estafas [11, 3]. Los e-markets no son el único campo de aplicación; por ejemplo, en [5] usan la confianza para mejorar la performance de mecanismos de revisión de creencias.

En el contexto de SMA, un agente puede a menudo recibir información a través de otro que, por lo general, llamamos informante. Es-

tos informantes son agentes independientes quienes tiene sus propios intereses y, por lo tanto, no son completamente fiables. Es natural para un agente creerle más a un informante sobre otro. Es por esto que en algunos trabajos se ha propuesto la organización de los informantes en un orden parcial que com-para la plausibilidad de los mismos. En esta investigación se pretende combinar formalismos de revisión de creencias, argumentación y actualización de conocimiento con técnicas de mantenimiento de confianza y reputación de agentes en un ambiente distribuido.

Desde el punto de vista teórico, elaborar tales conexiones entre argumentación, revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación, y poder aplicarlas a los SMA, permitirá un progreso científico substancial en el campo de la representación de conocimiento [22, 4, 19].

El estudio de los vínculos y relaciones entre revisión de creencias y argumentación ha comenzado hace muy poco. Aunque ya existen en la literatura comentarios [9, 16] de que ambas áreas podrían combinarse con buenos resultados, el tema carece de resultados importantes. Por lo tanto, con la línea de investigación propuesta se esperan obtener resultados relevantes en el área de razonamiento y representación de conocimiento. Por ejemplo, las técnicas de revisión de creencias proveen a los agentes la capacidad de corregir sus creencias cuando existe una discrepancia con la información nueva que pueden obtener de su entorno [2, 8, 10, 20]. Uno de los resultados esperados es mejorar los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación y mecanismos de confianza y reputación para evaluar si es importante que la nueva información obtenida sea incorporada o no a las creencias del agente.

4. Líneas de Investigación y Desarrollo

Esta línea de investigación toma como punto de partida publicaciones obtenidas en el proyecto de investigación binacional menciona-

do en el contexto, en el cual participaron todos los autores del presente trabajo [21, 14, 15, 18].

La línea principal de investigación presentada en este trabajo, busca mejorar las capacidades de razonamiento de agentes que participan en SMA a través de la integración de mecanismos argumentativos, de revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación. Su objetivo es desarrollar formalismos avanzados de representación de conocimiento y razonamiento basados en una combinación entre argumentación, revisión de creencias y mecanismos de confianza y reputación. En particular, de esta línea principal se desprenden varias sub-líneas de investigación que describimos a continuación.

Desarrollar métodos para equipar a los sistemas de argumentación con la posibilidad de tener en cuenta cambios dinámicos y los mecanismos de confianza y reputación; integrando, de esta manera, técnicas de revisión de creencias a la argumentación rebatible y mecanismos de confianza y reputación. Esto permitirá obtener un formalismo que puede ser utilizado para aplicaciones prácticas y permitirá realizar argumentación en entornos dinámicos utilizando los mecanismos de confianza y reputación para especificar diferentes relaciones de preferencias entre argumentos. Esto ayudará a obtener con mayor precisión argumentos garantizados.

Desarrollar un sistema formal que permita describir postulados y propiedades deseables. Este formalismo permitirá establecer una forma de catalogar y evaluar propuestas de argumentación para entornos dinámicos. En particular nos permitirá evaluar la propuesta enunciada anteriormente y compararla con otras propuestas diferentes.

Mejorar los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación para evaluar información nueva que es obtenida, y utilizar argumentos en el proceso de revisión haciendo uso de las medidas de confianza y reputación en la toma de decisiones. Esto incluye el estudio de la relación de entre *“em epistemic entrenchment”* y *“defeat”* como los conceptos que guíen los procesos de revisión y argumentación.

La confianza y la reputación son propiedades dependientes del contexto. Un modelo de confianza y reputación que administra un único contexto es diseñado para asociar un único valor de confianza o reputación por compañero sin tomar en consideración el contexto. Sin embargo, un modelo de multi-contexto tiene los mecanismos para tratar con varios contextos, manteniendo diferentes valores de confianza y reputación asociados a estos contextos para un único compañero (como lo hacen Abdul-Rahman y Hailes en [1]). Considerando que este último aspecto es abordado por pocos autores en la literatura, otro de los objetivos de esta investigación consiste en extendernos hacia formalismos multi-contexto trabajando en argumentación basada en contextos determinados por los grados de confianza y reputación que los agentes tienen de sus pares en diferentes áreas.

La revisión de creencias en un entorno distribuido y con múltiples agentes heterogéneos podría mejorarse usando argumentación y mecanismos de confianza y reputación. En este caso, la revisión y argumentación no es llevada a cabo por un agente, sino por un grupo de agentes. Por lo tanto, esta línea estudiará como varios agentes pueden cambiar de opinión si hay un intercambio de argumentos. En particular, la revisión de creencias en SMA puede ser extendida con técnicas de argumentación y mecanismos de confianza y reputación tanto a nivel teórico como práctico.

5. Resultados y Objetivos

Los resultados alcanzados hasta el momento involucran principalmente a métodos para equipar a los sistemas de argumentación con la posibilidad de tener en cuenta cambios dinámicos, aunque parte del desarrollo de un sistema formal que permita describir postulados y propiedades deseables esté en proceso actualmente al igual que la mejora de los sistemas de revisión de creencias utilizando argumentación para evaluar información nueva. Algunos de los resultados obtenidos hasta el momento relativos a estos desarrollos han sido publicados

en [14, 15, 18].

Entre los resultados específicos de los desarrollos enunciados con anterioridad se encuentra la definición de operadores de contracción para modelar la dinámica de los programas lógicos rebatibles (DeLP) [17]. DeLP es un formalismo que combina argumentación rebatible y programación en lógica; y este operador de contracción está definido siguiendo trabajos de operadores de contracción para cláusulas Horn. En particular, se estudió el problema de contraer literales en un programa DeLP. Se desarrollaron diferentes nociones de contracción en base a las diferentes formas de deducción implícitas en un proceso argumentativo y la influencia que pueden exhibir los literales en el proceso de razonamiento. Para estos operadores de contracción se han presentado postulados de racionalidad basados en los ampliamente aceptados en el área de revisión de creencias [2].

Además, se estudió un operador de revisión no priorizada que utiliza argumentación para decidir que parte de la nueva información será utilizada para revisar. En este contexto, conocido como revisión selectiva, hay dos pasos: primero aplicar una función de transformación para decidir que parte de la entrada utilizar y luego incorporar el resultado de la primera utilizando un operador de revisión priorizada. Por lo tanto, se implementó una transformación que emplea argumentación deductiva para evaluar el peso de la nueva información. Hemos probado que el operador implementado satisface propiedades deseables en revisión selectiva. Actualmente estamos incorporando a este operador medidas de confianza basada en la credibilidad que tiene un agente acerca de sus informates. Con esto se busca mejorar la capacidad de los agentes a la hora de tomar una decisión.

Además, se trabajó en la confección de otros dos artículos que vinculan argumentación y revisión de creencias, proponen nuevas líneas de investigación y realizan un análisis del estado del arte de estas dos áreas de trabajo [14, 15].

Respecto a los objetivos en curso de esta investigación, se dará una caracterización formal completa de los mecanismos creados en

los desarrollos planteados. Además, se comenzará con el estudio y desarrollo de un modelo de revisión de creencias distribuido para SMA combinado con argumentación y mecanismos de confianza y reputación. Este objetivo está relacionado con la revisión de creencias en un entorno distribuido, donde el procesos de revisión con múltiples agentes heterogéneos podrían mejorarse usando argumentación y valores de confianza. En este caso, la revisión y argumentación no son llevadas a cabo por un agente, sino por un grupo de agentes.

Referencias

- [1] Alfarez Abdul-Rahman and Stephen Hailes. Supporting trust in virtual communities. In *Proceedings of the Hawaii's International Conference on Systems Sciences*, Maui, Hawaii, 2000.
- [2] Carlos E. Alchourrón, Peter Gärdenfors, and David Makinson. On the logic of theory change: Partial meet contraction and revision functions. *Journal of Symbolic Logic*, 50(2):510–530, 1985.
- [3] Amazon. Amazon auctions. In <http://auctions.amazon.com>, 2002.
- [4] L. Amgoud, C. Devred, and M. Lagasquie. A constrained argumentation system for practical reasoning. In *Seventh International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS'08)*, pages 429–436, 2008.
- [5] K. S. Barber and J. Kim. Belief revision process based on trust: Simulation experiments. In *In Proceedings of Autonomous Agents '01 Workshop on Deception, Fraud, and Trust in Agent Societies*, pages 1–12, 2001.
- [6] Christoph Beierle, Bernhard Freund, Gabriele Kern-Isberner, and Matthias Thimm. Using defeasible logic programming for argumentation-based decision support in private law. In *COMMA'10*, Italy, September 2010.

- [7] Philippe Besnard and Anthony Hunter. *Elements of Argumentation*. The MIT Press, June 2008.
- [8] R. Booth, T. Meyer, I. Varzinczak, and R. Wassermann. A contraction core for horn belief change: Preliminary report. In *NMR*, 2010.
- [9] Claudette Cayrol, Florence Dupin de Saint Cyr-Bannay, and Marie-Christine Lagasquie-Schiex. Change in abstract argumentation frameworks: Adding an argument. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 38:49–84, may 2010.
- [10] J. Delgrande and R. Wassermann. Horn clause contraction functions: Belief set and belief base approaches. In *KR*, 2010.
- [11] C. Dellarocas. The digitalization of word-of-mouth: Promise and challenges of on-line reputation mechanisms. In *Management Science*, 2003.
- [12] Changyu Dong and Naranker Dulay. Shinren: Non-monotonic trust management for distributed systems. In *IFIPTM*, pages 125–140, 2010.
- [13] Phan Minh Dung. On the Acceptability of Arguments and its Fundamental Role in Nonmonotonic Reasoning, Logic Programming and n-Person Games. *Artificial Intelligence*, 77(2):321–358, 1995.
- [14] M. Falappa, A. García, G. Kern-Isberner, and G. Simari. On the evolving relation between belief revision and argumentation. *The Knowledge Engineering Review Journal (KER)*, 26(1):35–43, 2011.
- [15] M. Falappa, A. García, G. Kern-Isberner, and G. Simari. Stratified belief bases revision with argumentative inference. *Journal of Philosophical Logic*, 2011.
- [16] Marcelo Alejandro Falappa, Gabriele Kern-Isberner, and Guillermo Ricardo Simari. Belief revision and argumentation theory. In *Argumentation in Artificial Intelligence*, pages 341–360. Springer, 2009.
- [17] A. Garcia and Guillermo R. Simari. De-feasible logic programming: An argumentative approach. *Theory and Practice of Logic Programming*, 4(1-2):95–138, 2004.
- [18] Diego R. Garcia, Sebastian Gottifredi, Patrick Krümpelmann, Matthias Thimm, Gabriele Kern-Isberner, Marcelo A. Falappa, and Alejandro J. Garcia. 11th international conference on logic programming and nonmonotonic reasoning (lpnmr’11). In *KR*, May 2011.
- [19] Sebastian Gottifredi, Alejandro J. Garcia, and Guillermo Ricardo Simari. Query-based argumentation in agent programming. In *Twelfth Ibero-American Conference on Artificial Intelligence (IB-ERAMIA’2010)*, pages 284–295, 2010.
- [20] Sven Ove Hansson. Kernel contraction. *J. of Symbolic Logic*, 59:845–859, 1994.
- [21] N. Rotstein M. Moguillansky, M. Falappa, A. García, and G. Simari. Dynamics of knowledge in delp through argument theory change. *Journal of Theory and Practice of Logic Programming*, 2011.
- [22] N. D. Rotstein, A. J. Garcia, and G. R. Simari. Reasoning from desires to intentions: A dialectical framework. In *AAAI Conference on Artificial Intelligence*, pages 136–141, 2007.
- [23] S. Rueda, A. Garcia, and G. Simari. Argument-based negotiation among bdi agents. *Journal of Computer Science and Technology*, 2(7):1–8, october 2002.
- [24] J. Sabater and C. Sierra. Review on computational trust and reputation models. *Artificial Intelligence Review*, 24(1):33–60, 2005.
- [25] L. H. Tamargo, A. J. García, M. A. Falappa, and G. R. Simari. Modeling knowledge dynamics in multi-agent systems based on informants. *The Knowledge Engineering Review (KER)*, 27(1):87–114, 2012.